

## (54) PLASMA PROCESSING DEVICE

(11) 1-15930 (A) (43) 19.1.1989 (19) JP

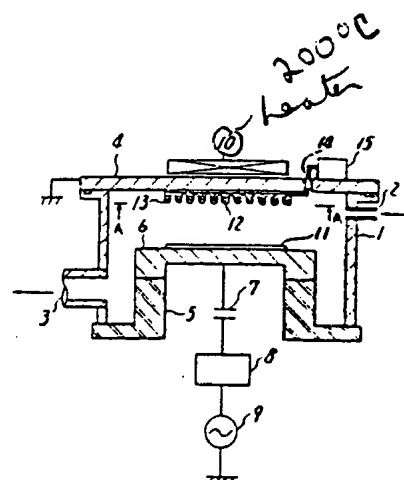
(21) Appl. No. 62-170966 (22) 10.7.1987

(71) HITACHI LTD (72) YUTAKA ONOTO(2)

(51) Int. Cl. H01L21/302

**PURPOSE:** To lengthen a cleaning period by installing a treating chamber supplied with a treating gas containing a depositing gas and a plasma means utilizing an electromagnetic field and mounting a specific non-magnetic heating plate while being approximately opposed to a sample arranged into the treating chamber.

**CONSTITUTION:** A heating plate 12 is formed in a corrugated irregular surface. Si is used as a foundation material and  $\text{SiO}_2$  as an etching material as samples, a gas in which depositing  $\text{CHF}_3$  is mixed with  $\text{C}_2\text{F}_6$  is employed as a treating gas, the treating gas is changed into plasma at low pressure by utilizing an electromagnetic field, and plasma is heated on the surface oppositely faced to the sample 11. The heat of the heating plate 12 at low pressure is difficult to be transmitted to the sample 11, and has no adverse effect on the sample 11, and the evaporation of a product efficiently reaches the surface of the sample. That is, when a selection ratio is kept constant, the composition ratio of  $\text{CHF}_3$  as a depositing gas can be diminished, thus reducing the quantity of the product, then lengthening a cleaning period. When the material of the heating plate 12 is composed of SiC having reactivity with the treating gas, the composition ratio of  $\text{CHF}_3$  is further lowered.



4: electrode, 10: magnet element, 1: treating chamber, 9: high-frequency power

React  $\text{SiO}_2$  in  $\text{CHF}_3$  using a heater to heat the sample in 20  
 reduce concentration of polymers formed in plasma on anode

Si:  $\text{O}_2$  Etching Material

Si: Foundation

At low pressure turned into a plasma

- Treating Gas comprising
  - $\text{CHF}_3$  Depositing Gas
  - $\text{C}_2\text{F}_6$

- Because of Low pressure, ~~not~~ heating sample + no adverse effect on the sample 11.

Concerned with cleaning periods, Assuming no effect ~~on~~ Gas ratio of  $\text{CHF}_3$

- No mention of need to enhance selectivity of etchant.

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭64-15930

⑬ Int.Cl.  
H 01 L 21/302

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和64年(1989)1月19日

C-8223-5F  
N-8223-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 プラズマ処理装置

⑯ 特 願 昭62-170966

⑰ 出 願 昭62(1987)7月10日

⑱ 発 明 者 大 本 豊 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研  
究所内  
⑲ 発 明 者 縄 田 誠 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研  
究所内  
⑳ 発 明 者 掛 樋 豊 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研  
究所内  
㉑ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
㉒ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

プラズマ処理装置

2. 特許請求の範囲

1. デポジション性のガスを含む処理ガスが供給され、所定圧力に減圧排気される処理と、

電磁界を利用して前記処理ガスをプラズマ化するプラズマ化手段とを具備し、

前記処理室内に配置された試料にほぼ対向して非磁性の加熱板を設けたことを特徴とするプラズマ処理装置。

2. 前記試料に対向する加熱板の表面が凹凸状である特許請求の範囲第1項記載のプラズマ処理装置。

3. 前記加熱板表面が前記処理ガスと反応しやすい材料でなる特許請求の範囲第2項記載のプラズマ処理装置。

4. 前記処理ガスが $\text{CHF}_3$ を含む $\text{CF}_x$ 系のガスであり、前記試料の下地材料は $\text{Si}$ で、エッチング材料は $\text{SiO}_2$ である特許請求の範囲第1

項記載のプラズマ処理装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はプラズマ処理装置に係り、特にデポジション性のガスを用いるものに好適なプラズマ処理装置に関するものである。

(従来技術)

従来は、例えば、特開昭61-216327号に記載のように、デポジション性のガスを用いることにより、プラズマ化したガスからの生成物等が装置構成壁表面に堆積付着するので、クリーニングを行っていた。

(発明が解決しようとする問題点)

上記従来技術はクリーニング周期の点について配慮されておらず、プラズマ処理が何度か繰り返された後にクリーニングを行なうものであり、プラズマ処理中に発生する生成物の量が少なくなるのではなく、クリーニング周期を延ばすことができないという問題があった。

本発明の目的は、クリーニング周期を長くする

ことのできるプラズマ処理装置を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的は、デポジション性のガスを含む処理ガスが供給され所定圧力に減圧排気される処理室と、電磁界を利用して処理ガスをプラズマ化するプラズマ手段とを具備し、処理室内に配置された試料にほぼ対向して非磁性の加熱板を設けることにより、達成される。

〔作用〕

電磁界を利用して処理ガスをプラズマ化させることにより、処理室内のガス圧力を低くすることができ、これにより、試料に対向した加熱板で加熱された生成物の蒸発が視線的 (line of sight process) に行なわれ、デポジション性のガスが有効に使用されるので、デポジション性のガス量を全体的に減らすことができ、処理室内壁面に堆積する生成物量が減少し、クリーニング周期を延ばすことができる。

〔実施例〕

の場合、波状の凹凸を設けた表面としてあり、第2図に示すように円周状波状にしてある。

上記構成の装置により、例えば、試料として下地材料がSiで、エッチング材料がSiO<sub>2</sub>のものを使用し、処理ガスとしてC<sub>2</sub>F<sub>6</sub>にデポジション性のCHF<sub>3</sub>を混合したガスを用い、ガス流量が30SCCMで、圧力が5×10<sup>-2</sup>Torrで、電極間隔が30mmで、印加電力が13.56MHzの高周波電力を400Wで、電極6と磁石要素10との間隔が45mmで、磁石表面の磁束密度が8500ガウスで、磁石要素10の形状は直径80mmの円板状の永久磁石の回りに、内径80mm、外径180mmのリング状の永久磁石を磁極を変えて配し、軟鋼なる直径190mmのヨーク板に配置して、偏心回転可能に取り付けたものである。

この条件のもとに、加熱板12の条件を表1のように変えて、Siに対するSiO<sub>2</sub>の選択比がほぼ10に一定するように、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>とCHF<sub>3</sub>との混合の処理ガスの組成比を変える実験を行なった。なお、この場合に選択比を10にしたのは、

以下、本発明の一実施例を第1図および第2図により説明する。

第1図は本発明のプラズマ処理装置、例えば、ドライエッチング装置の一例を示したものであり、この場合、処理室1の上部には上壁面を兼ねた電極4が設けてあり、下部には底壁面を兼ねた電極6が絶縁材でなる支持材5を介して設けてある。処理室1には図示しない処理ガス供給装置につながるガス導入口2と、図示しない排気装置につながる排気口3とが設けてある。また、この場合、電極4は接地され、電極6にはカップリングキャパシタ7およびマッティングボックス8を介して高周波電源9が接続してある。

試料11は、この場合、電極6に配置され、試料11に対向する位置で電極4の内面に加熱板12が取り付けられてあり、さらに電極4の外側に磁石要素10を設けている。加熱板12の内部には、この場合、抵抗体13が埋設してあり、抵抗体13は導入端子14を介して温度制御部15に接続してある。また、加熱板12の対試料面側は、こ

通常のエッチングに差し支えない程度の値が10以上であれば良いからである。

表 1

ケース No.	加 熱 板			CHF <sub>3</sub> 組成比 (%)
	材 質	形状	加 熱	
1	アルミナ	平板	なし	90
2	アルミナ	平板	加熱 (200℃)	50
3	アルミナ	波状	加熱 (200℃)	30
4	SiC	波状	加熱 (200℃)	20

上記ケース1のように、処理ガスに対し反応性のないアルミナを設置しただけの従来と実質変わらない場合には、選択比を10にするためには、CHF<sub>3</sub>をC<sub>2</sub>F<sub>6</sub>に対して90%必要としていたのが、ケース2のようにアルミナを加熱してやることによりCHF<sub>3</sub>の組成比を50%まで下げることができた。

これは、加熱板12近傍のプラズマの中性分子が加熱され、この場合、平行平板型電極を用いる通常のエッチング圧力10<sup>-2</sup>Torr程度の圧力に比べ

て $5 \times 10^{-2}$  Torrというかなり低い圧力でプラズマ化しているので特にプラズマ中の $\text{CF}_2$ のような蒸気圧の低い中性分子も加温されガス状のまま試料11側に飛び、効率良く下地材料であるSi面に堆積させられるからであると思われる。すなわち、プラズマ中の分解された $\text{CF}_3$ 、 $\text{CF}_2$ 、 $\text{CF}$ 等は $\text{F}^*$ 等のSiのエッチャントと反応して安定したガスである $\text{CHF}_3$ となって排気されるが、 $\text{CF}_2$ や $\text{CF}$ のようにCに対するFの量が少ないものはそれだけ $\text{CHF}_3$ になるまでに時間が掛かり、 $\text{F}^*$ による下地材料(Si)のエッチングの抑制効果が大きくなり、この抑制するための $\text{CF}_2$ を多く試料面に供給できるので、一定の選択比の場合、デポジション性のガス種である $\text{CHF}_3$ の組成比を下げられるものと思われる。

また、ケース3のように加熱板12の形状を波状にして加熱すると、 $\text{CHF}_3$ の組成比はさらに30%まで下げられた。これは、加熱板12の表面積が増え、さらにプラズマ中の中性分子を効率良く加温できるからと考えられる。

シオン性のガス効率良く試料面に到達し、下地材料のSiのエッチングを抑制する働きがあるので、選択比を一定にした場合、デポジション性のガスである $\text{CHF}_3$ の組成比を少なくすることができ、したがって、デポジション性の生成物の量が全体的に減るので、クリーニング周期が長くなるという効果がある。

また、加熱板11の面を波状の凹凸にすることにより加熱面積が増え、多くのプラズマ中の中性分子を加温できるので、さらにデポジション性のガスである $\text{CHF}_3$ の組成比を少なくすることができ、さらにクリーニング周期を延ばすことができる。

さらに、加熱板12の材質を下地材料のSiのエッチャントである $\text{F}^*$ と反応性のある材質とすることで、下地材料のエッチングに寄与する $\text{F}^*$ の量が少なくなるので、さらに $\text{CHF}_3$ の組成比を下げることができ、さらにクリーニング周期を延ばすことができる。

なお、本一実施例はクリーニング周期を延ばす

さらに、ケース4のように加熱板12の材質を処理ガスと反応性のあるSiCとし、波状の形状にして加熱すると、 $\text{CHF}_3$ の組成比はさらに20%まで下げられた。これは、下地材料のSiのエッチングに寄与するプラズマ中の $\text{F}^*$ が、SiCの材質でなる加熱板12と反応し、 $\text{SiF}_4$ 、 $\text{CF}_4$ 等の安定したガスになって排気され、下地材料のSiの方へ飛んで行く $\text{F}^*$ の数が少なくなるからと思われる。

なお、これらケース1から4の場合の $\text{SiO}_2$ のエッチング速度は約500nm/minでほぼ一定であった。

以上、本一実施例によれば、電磁界を利用して処理ガスを低い圧力でプラズマ化し、試料11に対向した面でプラズマを加熱するようにしているので、低圧力下での加熱板12による熱は試料11に伝わりにくく試料に悪影響を及ぼすことなく、試料に対向した面で加熱された生成物の蒸発が視線的に行なわれ、(圧力が高い場合には、生成物の蒸発は加熱しても視線的にならない。)デポジ

点について述べたが、逆にクリーニング周期にあまりこだわらない場合には、Siに対する $\text{SiO}_2$ の選択比を向上させることができるという効果がある。

また、本一実施例は下地材料がSiで、エッチング材料が $\text{SiO}_2$ 、使用するデポジション性のガスが $\text{CHF}_3$ の場合について述べたが、他の場合についても有効である。

さらに、低い圧力下でプラズマを発生させられるものであれば、本一実施例に限られることはなく、例えば、マイクロ波プラズマ処理装置等にも適用できる。

#### (発明の効果)

本発明によれば、デポジション性のガスを用いた場合のプラズマ処理において、クリーニング周期を延ばすことができるという効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例であるプラズマ処理装置を示す縦断面図、第2図は第1図をA-Aから見た平面図である。

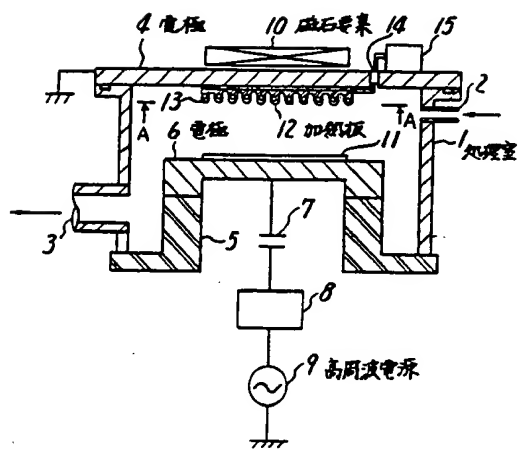
特開昭64-15930(4)

- 1 ----- 処理室、4、6 ----- 電極、  
 9 ----- 高周波電源、10 ----- 磁石要素、  
 12 ----- 加熱板

代理人 弁理士 小川 勝 男



才 1 図



才 2 図

